

中国地方の火山灰土壌について

V. 三瓶山火山灰土壌の粘土鉱物について (その1)*

高田秀夫**・松本 聡**・本名俊正**

昭和60年5月31日受付

Studies on Volcanic Ash Soils in Chugoku District, Japan

V. The Clay Minerals in Volcanic Ash Soils

Derived from Mt. Sanbe (Part 1)

Hideo TAKATA**, Satoshi MATSUMOTO** and Toshimasa HONNA**

In the course of a series of studies on the Chugoku district, the clay minerals samples from thirty-eight horizons of volcanic ash soil (Sanbe-soils) profiles derived from Mt. Sanbe, were investigated by the X-ray diffraction and differential thermal analysis. The results obtained were compared with those of Daisen volcanic ash soils (Daisen-soils).

1) Determination of clay minerals of Sanbe-soils showed that the main clay minerals were allophane, 14 Å minerals (Al-vermiculite, chlorite) and 10 Å minerals (illite). These minerals were contained in almost all kinds of Daisen soils. Kaoline minerals and halloysite, however, were not found in the Sanbe-soils.

2) Sanbe-soils could be divided into four types (A, A', E, E') according to the kinds of clay minerals they contained. Type A' (dominated by allophane while poor in crystalline clay minerals) and Type E' (dominated 14 Å minerals and contains allophane in appreciable amount), however, were not found in the Daisen-soils. Type E' soils were greater part of Sanbe-soils.

1. 緒 言

三瓶山は大山火山帯に属し、島根県下の中央部、出雲・石見の境に位置する熔岩円頂丘群を主峰とする複成火山である。松井・井上¹⁾によれば、三瓶山を噴出源とした降下堆積物の分布状況は、火口から東北東方向に松江市に向って本次降下堆積物の主軸が、東南東方向に岡山県

新見市に向って浮布降下堆積物の主軸があり、ほぼこれと重なるようにして池田降下堆積物が分布して島根県東部および広島県北東部を広く覆っている。さらに、火口とほぼ同心円状に神戸川降下堆積物が分布していて、火砕流堆積物が谷地形をうめて発達している。これら堆積物の¹⁴Cによる年代測定の結果によれば、最も新しいものは3,800~5,000年とされ、大山起源の大山上部火山灰

* 本報告の概要は昭和52年4月日本土壤肥料学会大会において発表した。

** 鳥取大学農学部農芸化学科土壌学研究室

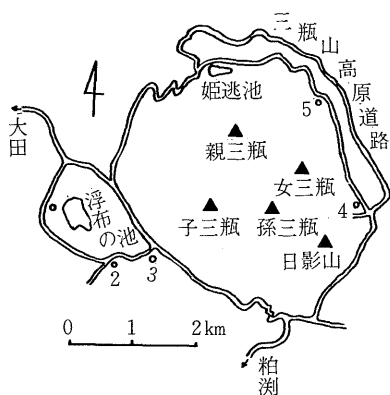
(Department of Agricultural Chemistry, Faculty of Agriculture, Tottori University)

層の約17,000年に比較してかなり新しい時代のものであるといえる。これら三瓶山を噴出源とした火山灰土壌の理化学的性質についての報告はきわめて少なく、わずかにその粘土鉱物について田崎の報告^{2,3)}があるにすぎない状況である。

筆者らは、中国地方に分布する各種火山灰土壌の理化学的特性を明らかにするため研究を行っており、大山を噴出源として周辺に分布する火山灰土壌については、さきに報告⁴⁻⁷⁾したが、これに引き続き三瓶山起源と考えられる火山灰土壌を研究対象とした。本報においては、各地域に分布する三瓶山火山灰土壌のうち三瓶山麓地帯に分布する土壌の粘土鉱物について大山系火山灰土壌と比較検討した。

2. 試料と実験方法

試料の採取にあたっては、三瓶山を中心としてその山麓地帯の現地調査を行ない、その代表的と考えられる未耕地土壌を第1図のごとくその周囲5ヶ所より各々数層、



第1図 供試土壌の採取地点

1. 浮布の池, 2. 三瓶牧场, 3. 片腕の松, 4. 東の原, 5. 枳ヶ峠

計38層の土壌を採取して実験に供した。

これらの供試土壌の一般的な理化学的性質は第1表のとおりである。

すなわち、供試土壌の粘土含量はその大部分が30%以下であり、10%以下の土壌もかなり存在していた。したがって、その砂/粘土比は1.24~26.72とその範囲は極めて広がっており、その平均値8.60はさきの大山系の大山火山灰土壌および蒜山火山灰土壌のそれぞれ1.48および2.16に比較してかなり大きく、供試した三瓶山麓地帯の土壌は大山系の土壌にくらべて砂質で風化の程度は

弱く若い土壌であるといえる。土壌の鉄・アルミニウムの活性の指標といわれるリン酸吸収係数は砂/粘土比が10以上の土壌においてはおおむね1,000以下と低いのに対して、その比が10以下の土壌は平均1,960と高く、鉄・アルミニウムは著しく活性化していた。全炭素含量は表層土で平均9.2%と腐植にすこぶる富んでいた。また、土壌の最適分散pHは供試土壌のうち三瓶山の東~東北山麓に位置する東の原および枳ヶ峠の表層土の2点がアルカリ性(pH8.5)であったほかは何れの試料も酸性(pH3.5)であった。

供試土壌からの粘土画分の採取方法および粘土鉱物の同定のために主として行なったX線回折および示差熱分析の実験条件は第1報⁴⁾と同様である。

3. 実験結果と考察

1) 粘土鉱物組成

試料(38点)の粘土鉱物の同定に主として用いたX線回折ならびに示差熱分析の結果をみると、土層によってピークの形状には大きな差異が認められたが、これらを総合すれば試料は4つのグループに大別することができた。

これら各グループの代表的粘土のX線回折図(常温無処理)および示差熱曲線(DTA)は第2図のとおりである。すなわち、DTA曲線においてはこれら各グループともに100℃付近の大きな吸熱ピークと900℃付近の発熱ピークのほかはほとんど認められず、その形状よりアロフエン(AlI)を主体としていることが推察された。X線回折図においては、ほとんど回折線を示さないものと、14Å鉱物を主体とするものとに2大別された。

各グループの特徴を示すと：

浮布の池5層のX線回折図においては、4Å近に幅広いピークが認められるのみであり、DTA曲線とも考え合わせてAlIのみよりなるものと推定した。

三瓶牧场11層のX線回折図ならびにDTA曲線は上の浮布の池5層に極めて類似しており、AlIを主体としていることが推察されたが、X線回折図において14Å、10Åの小さなピークが認められ、これらのピークはフッ化アンモニウム処理によって14Åのピークが10Åにシフトするものがかなりあり、また600℃加熱処理によって14Åおよび10Åピークの強くなることより、アルミニウムパーミキュライト(AlI-Vt)を含み同時に少量のクロライト(Chl.)およびイライト(I)の存在することを推定した。

三瓶牧场3層および東の原2層においては、AlI.を主体とする上の二者とは異なり14Å鉱物を主体としており、

第1表 供試土壌の一般理化学性

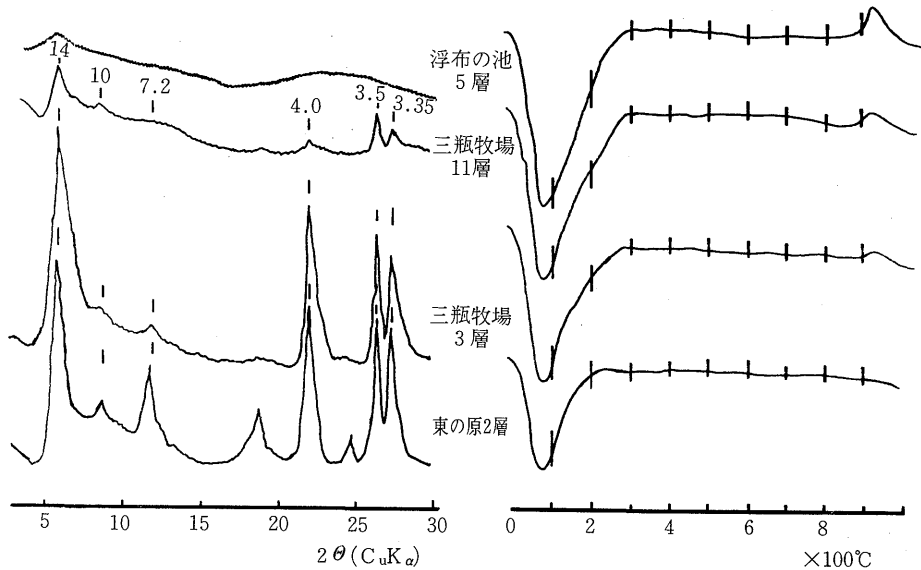
供試土壌	深さ(cm)	P H		置換酸度 y ₁	全炭素* %	リン酸 吸収係数	土性**	砂/粘土比
		H ₂ O	KCl					
浮布の池1層	0~30	5.31	4.55	8.8	7.24	2130	CL	2.5
	2層 30~71	5.48	4.66	5.1	7.04	2190	CL	2.5
	3層 71~116	5.85	4.68	5.6	9.14	2540	LiC	1.5
	4層 116~162	5.72	4.99	1.8	4.02	2340	CL	2.1
	5層 162~225	5.88	5.58	0.7	—	1860	SL	6.8
三瓶牧場1層	0~39	5.30	4.55	11.5	12.35	2640	CL	1.9
	2層 39~54	5.81	4.89	2.8	6.78	2180	CL	3.7
	3層 54~83	6.13	5.64	0.5	0.79	1080	L	7.1
	4層 83~91	6.31	5.38	0.6	2.43	1370	L	5.1
	5層 91~109	6.40	5.15	0.8	3.07	1940	CL	3.3
	6層 109~148	6.29	5.29	0.6	—	1800	CL	2.4
	7層 148~170	6.40	5.15	1.0	—	2030	CL	3.4
	8層 170~190	6.13	5.32	0.9	—	1630	CL	2.2
	9層 190~216	6.31	4.78	1.8	—	1930	LiC	1.2
	10層 216~257	6.22	5.71	0.9	—	1490	SL	5.7
	11層 257~277	5.81	5.37	0.7	—	940	SL	10.4
	12層 277~300	6.01	5.51	0.6	—	1180	SL	7.1
片腕の松1層	0~22	5.56	4.58	3.6	6.20	2020	SCL	3.5
	2層 22~37	5.70	4.96	1.0	2.53	1450	SL	7.4
	3層 37~72	5.79	5.25	0.5	1.06	940	SL	10.8
	4層 72~108	5.91	5.32	0.6	0.20	270	S	18.0
	5層 108~119	5.91	5.30	0.5	0.23	380	SL	15.6
	6層 119~142	6.00	5.30	0.7	—	520	SL	10.9
東の原1層	0~29	4.72	4.10	22.3	13.96	2390	CL	2.3
	2層 29~42	5.14	4.42	6.1	9.55	2450	SCL	2.9
	3層 42~52	5.69	4.79	1.4	3.47	1910	SCL	4.3
	4層 52~69	5.44	5.19	0.8	1.07	1210	SL	8.7
	5層 69~85	5.98	5.45	0.6	0.16	380	LS	16.4
	6層 85~104	6.28	5.53	0.6	0.09	180	S	17.3
	7層 104~111	6.20	5.40	0.6	—	260	SL	16.1
	8層 111~119	5.90	5.31	0.9	—	160	S	26.7
	9層 119~135	6.08	5.46	0.6	—	260	S	23.0
	11層 143~152	6.19	5.65	0.6	—	380	S	19.5
	13層 160~175	6.71	6.01	0.5	—	360	S	26.2
桧ヶ峠1層	0~22	5.51	4.68	20.0	11.05	2180	CL	2.5
	2層 22~47	5.51	4.78	16.3	14.44	2790	LiC	1.4
	3層 47~57	5.80	5.14	4.6	6.76	2190	L	4.9
	4層 57~100	6.39	5.80	1.0	0.49	560	S	19.6

*乾土当り% (小坂法)

**国際土壌学会協定法に準じて行ない、分散は最適pHに調節して行なった。

さきに報告した⁴⁾ 大山火山灰土壌の笹ヶ平および東山土壌によく類似していた。このうち、三瓶牧場3層においてはエチレンジアミン処理 (EG) によってかなりの部分が14Åから17Åにシフトしモンモリロナイト (Mt) の存在が推定されるとともにフッ化アンモニウム処理による14Åから10Åへの移動もみとめられることより、こ

のAl-VtとMtが14Å鉱物の主体をなしているものと推定した。一方、東の原2層においてはEG処理による14Åピークの移動はみられず、フッ化アンモニウム処理によって大部分が10ÅにシフトすることなどからMtの存在は認められず、14Å鉱物の主体はAl-Vtと判定した。さらに、All.含量については、DTA曲線の900℃付近の発熱



第2図 代表的供試土壌の粘土部分のX線回折図とDTA曲線

ピークが三瓶牧場3層においてはわずかに認められ、東の原2層にはほとんど認められないことおよび ΔP 値（粘土1g当りのpH4とpH9におけるリン酸吸収量の差）などよりみて、三瓶牧場3層は相当量のAll.を含有するものと推定した。

なお、X線回折図の 2θ 12度付近にみられる弱い7Åのピークは供試した大部分の試料において認められたが、このピークは塩酸処理によって完全に消失することならびにDTA曲線において500°C付近に吸熱ピークの認められないことよりみてカオリン鉱物にもとづくものではなく、田崎²⁾のいっているごとく7Å緑泥石に由来するものと考えた。

また、10Åのピークは何れの試料においても極めて弱く、EG処理によっても11Åへのシフトはみられず、ハロイサイト(Ht)の存在はみとめられなかった。さらに、4.9Å付近のギブサイト(Gb)にもとづくピークについてもその認められたものは供試した38点の試料のうちわずか数点にすぎず、しかもそのピークの強さは比較的弱いものであった。

以上のX線回折およびDTA曲線の結果を総合して、各供試土壌の粘土鉱物組成を定性的に表示すると第2表のとおりである。

すなわち、土層によってかなりその粘土鉱物組成を異にしているが、三瓶山麓地帯の火山灰土壌の主要粘土

鉱物はAll.と14Å鉱物（主としてAl-VtとChl.）であって、さきに報告した大山⁴⁾および蒜山土壌⁶⁾にみられたカオリン鉱物およびハロイサイトは認められず、ギブサイトの確認された試料も極めて少数であった。また、大山および蒜山土壌では検出されなかったモンモリロナイトが比較的砂質の数層の土壌においてのみ検出されたが、周囲の状況よりみて菅野⁸⁾のいっているごとく二次的火山灰に由来するものではないかと推察した。

筆者らは、さきの大山・蒜山火山灰土壌についてその主要粘土鉱物組成にもとづいて第3表のごとく6つの型に大別したが、供試した三瓶山麓土壌においては大山系土壌にみられた結晶性鉱物を主体とし、All.含量の少ないC型およびD₁型は認められず、わずかに14Å鉱物とくにAl-Vtを主体としたE型が認められたにすぎなかった。

上にも述べたように、供試土壌はその主要粘土鉱物組成からみると、All.を主体とするものと14Å鉱物を主体とするものの2つに大別されるが、結晶性鉱物およびAll.含量より考察すると、従来のA型（ほとんどあるいは多量のAll.よりなるもの）に類似しているがいくらか結晶性鉱物を含むものがあり、これを新しくA'型とし、またE型（14Å鉱物を主体とし、All.含量の少ないもの）に類似して14Å鉱物を主体とするが相当量のAll.を含むものをE'型として区分した。

第2表 供試土壌の粘土鉱物組成 (定性)

供試土壌	型*	All	Mt	Vt	Al-Vt	Chl	I.	Ht.	K.	Gb.	Cr.	Fd.	Q
浮布の池	1層	E'	≡	—	—	≡	+	±	—	—	—	—	±
	2層	E'	≡	—	—	≡	±	±	—	—	—	—	±
	3層	E	+	—	—	≡	+	±	—	—	—	—	±
	4層	A'	≡	—	—	+	±	—	—	—	—	—	±
	5層	A	≡	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
三瓶牧場	1層	E'	≡	—	—	≡	±	±	—	—	—	±	±
	2層	E	+	—	+	≡	±	—	—	—	—	—	—
	3層	E'	≡	±	—	≡	—	—	—	—	—	—	—
	4層	E'	≡	—	±	≡	±	±	—	—	—	—	—
	5層	E'	≡	—	±	≡	+	±	—	—	—	—	—
	6層	E'	≡	—	—	≡	+	±	—	+	—	—	±
	7層	E'	≡	—	—	≡	+	—	—	—	—	—	±
	8層	E'	≡	±	—	+	+	±	—	+	—	—	±
	9層	E	+	—	±	≡	±	±	—	—	—	—	+
	10層	E'	≡	—	+	+	±	±	—	—	—	—	±
	11層	A'	≡	—	—	±	±	—	—	—	—	—	—
	12層	A	≡	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
片腕の松	1層	E'	≡	—	+	+	±	—	—	—	±	±	—
	2層	E'	≡	—	+	+	—	±	—	—	—	—	—
	3層	E'	≡	±	+	±	+	—	—	—	—	—	—
	4層	E'	≡	—	+	+	—	±	—	—	+	+	—
	5層	E	+	+	+	+	—	±	—	—	±	±	—
	6層	E	+	+	+	—	+	±	—	—	—	±	±
東の原	1層	E	+	—	—	≡	+	±	—	—	—	+	+
	2層	E	+	—	+	≡	±	—	—	—	±	±	—
	3層	A'	≡	—	±	±	—	—	—	±	±	—	—
	4層	E'	≡	—	+	≡	—	—	—	—	±	—	—
	5層	E'	≡	—	+	≡	—	—	—	—	±	±	—
	6層	E'	≡	—	+	≡	—	—	—	—	+	+	—
	7層	E'	≡	+	±	+	—	±	—	—	+	+	—
	8層	E'	≡	—	+	≡	—	—	—	—	+	+	—
	9層	E'	≡	—	±	≡	—	±	—	—	+	+	—
	11層	E'	≡	—	—	≡	±	+	—	—	+	+	—
	13層	E'	≡	—	+	≡	—	—	—	—	+	+	—
析ヶ峠	1層	E	+	—	—	≡	+	±	—	—	—	±	+
	2層	E	+	—	+	≡	+	±	—	—	—	±	+
	3層	A	≡	—	—	±	—	—	—	—	±	—	—
	4層	E'	≡	—	—	≡	—	—	—	—	±	±	—

≡～≡ 著しく富む, ≡富む, +含む, ±少量, —なし。

All: アロフェン, Mt: モンモリロナイト, Vt: パーミキュライト, Al-Vt: アルミニウムパーミキュライト, Chl: クロライト, I: イライト, Ht: ハロイサイト, K: ガオリン鉱物, Gb: ギブサイト, Cr: クリストバライト, Fd: 長石, Q: 石英

* 粘土鉱物組成によって類別した筆者らの型

このような主要粘土鉱物組成にもとづく類別によって供試土壌を分類し, 各型の分布状態をさきの大山および蒜山土壌と比較表示すると第4表のごとくである。すなわち, 大山系土壌においては結晶性粘土鉱物を主体とし, All. 含量の少ないC型, D₁型およびE型の分布割合が40

～50%と約半数近くを占めていたのに対して, 三瓶山山麓土壌においてはAll. を主体とするA型, A'型およびE'型が約80%近くをしめアロフェン質土壌の割合が高く, 浮石層およびこれに準ずる土層にみられるAll. 主体のA型およびA'型を除外してもその分布割合は72%と高く,

第3表 主要粘土鉱物組成による土壌の類別 (大山・蒜山)

型	主要粘土鉱物組成
A 型	ほとんどあるいは多量のAll. よりなるもの。
B 型	相当量のAll. を含み、同時に14Å—鉱物および7Å—鉱物を含むもの。
C 型	14Å—鉱物、10Å—鉱物および7Å—鉱物をそれぞれ同程度含み、All. 含量の少ないもの。
D ₁ 型	Htを主体とするもの。
D ₂ 型	Gbを主体とするもの。
E 型	14Å—鉱物を主体とし、All. 含量の少ないもの。

第4表 各型の分布状態 () 内は分布割合%

型	三瓶山火山灰土壌	大山火山灰土壌	
	山麓地帯	大 山	蒜 山
A 型	3 (8)	15 (28)	13 (27)
A' 型	3 (8)	—	—
B 型	—	11 (20)	16 (33)
C 型	—	19 (35)	6 (13)
D ₁ 型	—	1 (2)	12 (25)
D ₂ 型	—	2 (4)	1 (2)
E 型	9 (24)	6 (11)	—
E' 型	23 (60)	—	—

特にE'型の分布割合の高いのが特徴的であった。

また、超音波処理を行なったの粒径分析結果より各型の砂/粘土比をみると第5表のように、その平均値は4.67

第5表 各型の砂/粘土比 () 内は平均

型	点 数	砂/粘土比
A 型	3	4.88~7.06 (6.25)
A' 型	3	2.12~10.43 (5.63)
E 型	9	1.24~15.56 (4.67)
E' 型	23	1.94~26.72 (10.84)

~10.84と各型ともに著しく高く砂質であった。佐治ら⁹⁾は大山火山灰土壌の主要な一次鉱物特に斜長石および黒雲母の粘土化の状態をもとにして、ギブサイトの起源としては黒雲母の風化産物、斜長石の風化産物、粘土鉱物の最終産物および火山ガラス→Al₂O₃ゲル→ギブサイトの4つの場合が考えられるといっている。上にも述べたように供試した三瓶山山麓土壌にはカオリン鉱物およびハロイサイトは認められず、ギブサイトの認められたものも少ないことと考え合わせると、供試土壌は大山系土壌に比較してその堆積年代の新しいことにもよるが粘土化はあまり進んでいないことが認められた。

2) 土壌断面

各土層の主要粘土鉱物組成にもとづいて類別した筆者らの8つの型(A, A', B, C, D₁, D₂, EおよびE'型)の組み合わせによって、三瓶山山麓地帯の火山灰土壌の層序をみると、さきの大山土壌にみられたほぼ全層にわたってC型の土層よりなるI型および蒜山土壌の大部分にみられた浮石層(A型)の直下に結晶性粘土鉱物を主体とするC型もしくはD₁型の土層の存在するII型はみられず、大山笹ヶ平および東山地点にみられた14Å鉱物を主体とし、All.含量の少ないE型および相当量のAll.を含むE'型の土層の下にA型もしくはA'型の土層の存在するIII型が主体をなしていた。

さらに、供試した5地点の土壌をその主要粘土鉱物組成にもとづいて各断面をみると、これを2つに、すなわち三瓶山を中心としてその西側(浮布の池、三瓶牧場および片腕の松)と東側(東の原および枳ヶ峠)とに大別することができる。

西側の浮布の池、三瓶牧場および片腕の松の断面においては、地表下2~3mに約1m以上にもわたってほとんどAll.よりなる(A型, A'型)土層が存在し、この土層の上には数層にもわたって14Å鉱物を主体とし相当量のAll.を含むE'型が存在しているのに対して、東側の東の原および枳ヶ峠の断面においては、表層土は14Å鉱物を主体としAll.含量の少ないE型であり、All.を主体とするA型もしくはA'型の土層は地表下40~60cmと浅く同時にその土層の厚さも約10cmと比較的薄いのが特徴的であった。

4. 要 約

中国地方に分布する火山灰土壌の研究の一環として、三瓶山火山灰土壌のうち山麓地帯の5地点の土壌断面38層の土壌の粘土鉱物組成について、主としてX線回折ならびに示差熱分析によって同定し、大山火山灰土壌と比較検討した。その結果を要約すると下記のごとくである。

1) 供試土壌の砂/粘土比は26.7~1.24の範囲にあり、平均8.60と極めて高く砂質であった。

2) その主要粘土鉱物はAll., 14Å鉱物(Al—Vt, Chl.), 10Å鉱物(I)であり、大山火山灰土壌にみられたカオリン鉱物およびハロイサイトはみとめられず、ギブサイトの認められた試料も極めて少数であった。

3) 大山火山灰土壌にはその存在の認められなかったモンモリロナイトが砂/粘土比の比較的大きい砂質の数層の土層において検出された。

4) 粘土鉱物組成からみると、三瓶山山麓土壌はAll.を主体とするものと14Å鉱物を主体とするものとの2つ

に大別された。また結晶性鉱物およびAll.含量にもとづく型についてみると、従来のA型（ほとんどあるいは多量のAll.よりなるもの）に類似しているが幾らか結晶性鉱物を含むものをA'型、またE型（14Å鉱物を主体とし、All.含量の少ないもの）に類似して14Å鉱物を主体とするが相当量のAll.を含むものをE'型として新たに区分した。この類別によって供試土壤を区分するとE'型がその過半数をしめていた。

謝 辞 試料採取にあたり御世話になった島根県農業試験場山根忠昭科長に深甚な謝意を表する。

文 献

- 1) 松井整司・井上多津男：三瓶火山の噴出物と層序，地球科学，**25**，147～163（1971）
- 2) 田崎和江：大山降下堆積物および三瓶山降下堆積物中の粘土鉱物（その1），地球科学，**26**，1～11（1972）
- 3) 田崎和江：大山降下堆積物および三瓶山降下堆積物中の粘土鉱物（その2），とくにイモゴライトについて，地質学雑誌，**77**，407～414（1971）
- 4) 高田秀夫・松本 聡・今井富蔵：中国地方の火山灰土壤について（第1報），大山火山灰土壤の粘土鉱物について，土肥誌，**46**，167～174（1975）
- 5) 松本 聡・高田秀夫・今井富蔵：中国地方の火山灰土壤について（第2報），大山火山灰土壤の二，三の化学的性質について，土肥誌，**46**，229～235（1975）
- 6) 高田秀夫・松本 聡・本名俊正：中国地方の火山灰土壤について（第3報），蒜山火山灰土壤の粘土鉱物について，土肥誌，**48**，491～496（1977）
- 7) 松本 聡・本名俊正・高田秀夫：中国地方の火山灰土壤について（第4報），蒜山火山灰土壤の二，三の化学的性質について，土肥誌，**48**，497～501（1977）
- 8) 菅野一郎：日本の主要土壤型の生成・分類学的研究，九州農試彙報，**7**，128（1961）
- 9) 佐治孝式・田崎和江・赤木三郎・麻田 斉：大山火山降下堆積物の層序とその特徴，地球科学，**29**，199～210（1975）